

## 明細書

### 情報表示装置

#### 技術分野

[0001] 本発明は、クーロン力等を利用した粒子の飛翔移動または粉流体の移動を用いることにより画像等の情報表示を繰り返し行うことができる情報表示板を備える情報表示装置であって、特に、耐久後コントラスト比を向上させるようにした情報表示装置に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 従来より、液晶(LCD)に代わる情報表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式等の技術を用いた情報表示装置が提案されている。

[0003] これら従来技術は、LCDと比較すると、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリ機能を有している等のメリットがあることから、次世代の安価な情報表示装置に使用可能な技術として考えられており、携帯端末用情報表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。特に、最近では、分散粒子と着色溶液とから成る分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置して成る電気泳動方式(例えば、非特許文献1参照)が提案され、期待が寄せられている。

[0004] しかしながら、電気泳動方式では、液中を粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅くなるという問題がある。さらに、低比重の溶液中に酸化チタン等の高比重の粒子を分散させているため沈降しやすくなってしまい、分散状態の安定性維持が難しく、画像等の情報表示を繰り返した場合の表示安定性に欠けるという問題を抱えている。また、マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにして、見かけ上、上述した欠点が現れにくくしているだけであって、本質的な問題は何ら解決されていない。

[0005] 一方、溶液中での挙動を利用する電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層とを基板の一部に組み入れる方式も提案され始めている(例えば、趙 国来、外3名、“新しいトナーディスプレイデバイス(I)”、1999年7月21日、日本

画像学会年次大会(通算83回)“Japan Hardcopy’99”, p.249–252参照)。しかし、この方式は、電荷輸送層、さらには電荷発生層を配置するために構造が複雑化するとともに、導電性粒子に電荷を一定に注入することは難しいため、表示書き換えの安定性に欠けるという問題もある。

- [0006] 上述した種々の問題を解決するための一方法として、少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、少なくとも1種類以上の粒子群を封入し、前記基板に設けた電極を用いて前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具備する情報表示装置が知られている。
- [0007] このような情報表示装置では、例えば、ガラス基板等の基板の表面に形成されたITO等の透明導電性材料をエッチングによりライン等にパターン化して電極を形成し、さらにその上にフォトレジストにより隔壁を形成して、対向する2枚の基板の間に複数のセルを構成し、各セル内に少なくとも1種類以上の粒子群を封入する。その際、基板上において隣接する電極間に谷間となるような隙間が形成されるので、電極の高さ(基板面から電極上面までの高さ)Hに対して粒子の粒子径Dが小さい場合(例えば図13に示すように $H \approx 1.5D$ の場合)には、対向電極間からこぼれた粒子が電極間の谷間に挟まって動けなくなり、表示不良を招くおそれがある。なお、この問題は、少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す少なくとも1種以上の粉流体を封入し、前記基板に設けた電極を用いて粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板をえる情報表示装置においても同様に生じる。

### 発明の開示

- [0008] 本発明は、可能な限り電極を薄くして(電極の高さを小さくして)基板表面上を平滑化することにより、耐久後コントラスト比を向上させた情報表示装置を提供することを目的とする。
- [0009] 上記目的を達成するため、第1発明の情報表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、少なくとも1種

類以上の粒子群を封入し、前記基板に設けた電極を用いて前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具備する情報表示装置であって、前記粒子の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにしたことを特徴とする。

- [0010] 上記目的を達成するため、第2発明の情報表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、少なくとも1種類以上の粒子群を封入し、前記基板に設けた電極を用いて前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具備する情報表示装置であって、前記粒子の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにするともに、前記基板の前記電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜を積層したことを特徴とする。
- [0011] 上記目的を達成するため、第3発明の情報表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す少なくとも1種以上の粉流体を封入し、前記基板に設けた電極を用いて粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具える情報表示装置であって、前記粉流体を構成する粒子物質の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにしたことを特徴とする。
- [0012] 上記目的を達成するため、第4発明の情報表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す少なくとも1種以上の粉流体を封入し、前記基板に設けた電極を用いて粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具える情報表示装置であって、前記粉流体を構成する粒子物質の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにするともに、前記基板の前記電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜を積層したことを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

- [0013] [図1]本発明の第1実施形態の情報表示装置を構成する情報表示板の一例を示す

図である。

[図2]本発明の第1実施形態の情報表示装置を構成する情報表示板の他の例を示す図である。

[図3]本発明の第1実施形態の情報表示装置を構成する情報表示板のさらに他の例を示す図である。

[図4]本発明の第1実施形態の情報表示板の構造の一例を示す図である。

[図5]本発明の第1実施形態および第2実施形態の情報表示装置における電極構造の要件を説明するための図である。

[図6]本発明の情報表示板における隔壁で区画されるセルの形状を示す図である。

[図7]本発明の実施例1の情報表示板の製造方法を説明するための図である。

[図8]本発明の実施例2の情報表示板の製造方法を説明するための図である。

[図9]本発明の実施例1と対比する比較例1の情報表示板の製造方法を説明するための図である。

[図10]本発明の実施例3の情報表示板の製造方法を説明するための図である。

[図11]従来の情報表示装置において表示不良が発生する要件を説明するための図である。

### 発明を実施するための最良の形態

[0014] 以下、本発明を実施するための最良の形態を図面に基づき詳細に説明する。

図1～図3はそれぞれ、本発明の第1実施形態の情報表示装置を構成する情報表示板の一例およびその他の例を示す図であり、図4は本発明の第1実施形態の情報表示板の構造の一例を示す図である。以下の説明では、第1実施形態として粒子群を例にとって説明しているが、同様の説明を第2実施形態としての粉流体にも適用できる。

[0015] 第1実施形態の情報表示板は、2種以上の色および帯電特性の異なる粒子群3を基板1および2と垂直方向に移動させることによる画像等の情報表示を行う表示方式(図1参照)に用いる情報表示板と、1種の色の粒子群3を基板1および2と平行方向に移動させることにより画像等の情報表示を行う表示方式(図2、図3参照)に用いる情報表示板とである。また、第1実施形態の情報表示板の構造は、図4に例示するよ

うに、基板1、2間に例えば格子状に形成した隔壁4により区画したセル5内へ、所定の粒子群3(3-11, 3-12)を充填するように構成するものとする。

[0016] なお、図1において、6, 7は、粒子群3または粉流体3に電界を与えるための電極であり、対向する基板間に粒子群または粉流体を封入した基板内に電界が付与されると、高電位の部位に向かつては低電位に帶電した粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)がクーロン力などによって引き寄せられ、また低電位の部位に向かつては高電位に帶電した粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)がクーロン力などによって引き寄せられ、それら粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)が電解方向にそって往復運動することにより、画像等の情報表示がなされる。ここで、粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)にかかる力としては、粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)同士のクーロン力により引き付け合う力、基板との電気影像力、分子間力、さらに液架橋力、重力等が考えられる。

図2において、6は、対電極の一方であり、この電極と対をなし基板間に設けられるもう一方の電極(図示せず)との間に電界を与えることにより対向する基板間に封入された粒子群または粉流体を表示板の横方向に移動させる。図2において、上に示された状態では粒子群または粉流体の色が画素として表示され、下に示された状態では基板1の内面色が画素として表示される。

図3において、6、7は対電極であり、電極6、7間に電界を与えることにより対向する基板間に封入された粒子群または粉流体を表示板の横方向に移動させる。図3において、上に示された状態では粒子群または粉流体の色が画素として表示され、下に示された状態では電極6の色または電極6が透明の場合は基板1の内面色が画素として表示される。

[0017] 次に、本発明の情報表示装置の特徴部分である電極構造について図5に基づいて説明する。

図5は本発明の第1実施形態(粒子群)および第2実施形態(粉流体)の情報表示装置における電極構造の要件を説明するための図である。図5において、基板1、2上にマトリックス状に配置した電極6、7の高さ(基板面から電極上面までの高さ)をHとし、粒子(粒子3-11および3-12)の粒子径Dとしたとき、 $D \geq 2H$ となるように、言い

換えれば、電極の高さHが粒子径Dの半分以下になるように、電極を極力薄くする。これにより、基板表面が平滑化されることになるので、基板上において隣接する電極間の谷間に粒子が挟まる可能性が低くなり、仮に電極間の谷間に粒子が入ったとしても粒子径Dが電極高さHの2倍以上であるため容易に脱出することになるので、耐久後コントラスト比が向上した情報表示装置を提供できるようになる。

[0018] 以下、本発明の情報表示装置の各構成部分について、第1実施形態および第2実施形態に共通の構成部分、粒子群(第1実施形態)に特有の部分、粉流体(第2実施形態)に特有の部分の順に、詳細に説明する。

[0019] まず、基板について述べる。

基板1、基板2の少なくとも一方は装置外側から粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器表示等の用途には可撓性のない材料が用いられる。

[0020] 基板材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルファン、ポリエチレン、ポリカーボネートなどのポリマーシートや、ガラス、石英などの無機シートが挙げられる。

基板厚みは、2~5000  $\mu\text{m}$ 、好ましくは5~1000  $\mu\text{m}$ が好適であり、薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合には可撓性に欠ける。

[0021] 本発明の電極は、少なくとも一方の基板上(基板内側)に設けるが、この上にコート層を設けても構わない。

[0022] 両方の基板に電極を設ける場合は、電極部位への外部電圧入力によって基板上の各電極位置に生じた電界により、所定の特性に帶電した色の粒子群(粉流体)を引き寄せあるいは反発させることにより、電極部位に対応して配列した粒子群(粉流体)を透明な基板を通して表示装置外側から視認する方法である。

この場合、基板に設ける電極の電極形成材料としては、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属類やITO、酸化インジウム、導電性酸化錫、導電性酸化亜鉛等の

導電金属酸化物類、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェンなどの導電性高分子類が例示され、適宜選択して用いられる。電極の形成方法としては、上記例示の材料をスパッタリング法、真空蒸着法、CVD(化学蒸着)法、塗布法等で薄膜状に形成する方法や、導電剤を溶媒や合成樹脂バインダーに混合して塗布したりする方法が用いられる。視認側基板に設ける電極は透明である必要があるが、背面側基板に設ける電極は透明である必要がない。いずれの場合もパターン形成可能である導電性である上記材料を好適に用いることができる。なお、電極厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障がなければ良く、3～1000nm、好ましくは5～400nmが好適である。背面側基板に設ける電極の材質や厚みなどは上述した視認側基板に設ける電極と同様であるが、透明である必要はない。

なお、この場合の外部電圧入力は、直流あるいは交流を重畠しても良い。

[0023] 本発明の隔壁の形状は、表示にかかる粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)のサイズにより適宜最適設定され、一概には限定されないが、隔壁の幅は1～100μm、好ましくは2～50μmに、隔壁の高さは10～5000μm、好ましくは10～500μmに調整される。

また、隔壁を形成するにあたり、対向する両基板の各々にリブを形成した後に接合する両リブ法と、片側の基板上にのみリブを形成する片リブ法が考えられるが、本発明はどちらにも適用できる。

これらのリブからなる隔壁により形成されるセルは、図6に示すごとく、基板平面方向からみて形状としては四角状、三角状、ライン状、円形状、六角状が例示され、配置としては格子状、ハニカム状、網目状が例示される。表示側から見える隔壁断面部分に相当する部分(セルの枠部の面積)はできるだけ小さくした方が良く、表示状態の鮮明さが増す。

[0024] ここで、隔壁の形成方法を例示すると、金型転写法、スクリーン印刷法、サンドブラスト法、フォトリン法、アディティブ法が挙げられる。このうちレジストフィルムを用いるフォトリン法や金型転写法が好適に用いられる。

[0025] 次に、本発明の第1実施形態で用いる粒子群を構成する粒子について述べる。粒子の作製は、必要な樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎し

ても、あるいはモノマーから重合しても、あるいは既存の粒子を樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても良い。

以下に、樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

[0026] 樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

[0027] 荷電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体等が挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガル等が例示される。

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、マンガンフェライトブラック、コバルトフェライトブラック、銅粉、アルミニウム粉等が挙げられる。

[0028] また、ここで繰り返し表示書き換えを行う場合の耐久性をさらに向上させるためには、該粒子を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率とを管理することが効果的である。

基板間に封入する粒子を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じて行い、測定条件は23°Cで24時間とする。

該粒子を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粒子の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率( \% )} = (B/A) \times 100$$

(ただし、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25°Cで24時間浸漬した後の重量を示す)

この溶剤不溶率が50%未満の場合は、長期保存時に粒子表面にブリードが発生し、粒子の付着力に影響を及ぼし粒子の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。

なお、溶剤不溶率を測定する際に用いる溶剤(良溶媒)としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂ではメチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコン樹脂ではトルエン等が好ましい。

[0029] また、粒子は球形であることが好ましい。

本発明では、各粒子の粒子径分布に関して、下記式に示される粒子径分布Spanを5未満、好ましくは3未満とする。

$$\text{Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

(ただし、d(0.5)は粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径をμmで表わした数値、d(0.1)はこれ以下の粒子の比率が10%である粒子径をμmで表わした数値、d(0.9)はこれ以下の粒子が90%である粒子径をμmで表わした数値である。)

Spanを5以下の範囲に納めることにより、各粒子のサイズが揃い、均一な粒子移動が可能となる。

[0030] さらに、粒子の平均粒子径d(0.5)を、0.1～50μmとすることが好ましい。この範囲より大きいと表示上の鮮明さに欠け、この範囲より小さく粒子同士の凝集力が大きすぎるために粒子の移動に支障をきたすようになる。

さらにまた、各粒子の相関について、使用した粒子の内、最大径を有する粒子のd(0.5)に対する最小径を有する粒子のd(0.5)の比を50以下、好ましくは10以下することが肝要である。

仮に粒子径分布Spanを小さくしたとしても、色および帯電特性の異なる2種以上の粒子を用いる場合には互いに帯電特性の異なる粒子が互いに反対方向に動くので

、互いの粒子サイズが近く、互いの粒子が当量ずつ反対方向に容易に移動できるようにするのが好適であり、それがこの範囲となる。

[0031] なお、上記の粒子径分布および粒子径は、レーザー回折／散乱法等から求めることができる。測定対象となる粒子にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径および粒子径分布が測定できる。

本発明における粒子径および粒子径分布は、体積基準分布から得られたものである。具体的には、Mastersizer2000(Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粒子を投入し、付属の解析ソフト(Mie理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト)にて、粒子径及び粒子径分布の測定を行なうことができる。

[0032] 粒子の表面電荷密度は以下のようにして測定することができる。すなわち、プローオフ法によって、粒子群とキャリア粒子とを十分に接触させ、その飽和帶電量を測定することにより粒子の単位重量あたりの帶電量を測定できる。そして、この粒子の粒子径と比重を別途求めることにより、この粒子の表面電荷密度を算出する。

#### <プローオフ測定原理及び方法>

プローオフ法においては、両端に網を張った円筒容器中に粒子群とキャリアの混合体を入れ、一端から高圧ガスを吹き込んで粒子とキャリアとを分離し、網の目開きから粒子のみをプローオフ(吹き飛ばし)する。このとき、粒子が容器外に持ち去った帶電量と等量で逆の帶電量がキャリアに残る。そして、この電荷による電束の全ではファラデーケージで集められ、この分だけコンデンサーは充電される。そこで、コンデンサー両端の電位を測定することにより、粒子の電荷量Qは、

$$Q = CV \quad (C: \text{コンデンサー容量}, V: \text{コンデンサー両端の電圧})$$

として求められる。

プローオフ粉体帯電量測定装置としては東芝ケミカル社製のTB-200を用いた。

本発明ではキャリア粒子として同一のもの(パウダーテック(株)製のキャリア粒子F963-2535)を用い、被測定物(粒子群または粉流体を構成する粒子)の単位重量あたりの電荷密度( $\mu C/g$ )を測定し、別途求めた平均粒子径及び比重から粒子(粒子群または粉流体を構成する粒子)の表面電荷密度( $\mu C/mm^2$ )を算出した。

## &lt;粒子比重測定方法&gt;

粒子比重は、株式会社島津製作所製比重計、マルチボリウム密度計H1305にて測定した。

- [0033] 次に、本発明の第2実施形態で用いる粉流体について説明する。

本発明における「粉流体」は、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。例えば、液晶は液体と固体の中間的な相と定義され、液体の特徴である流動性と固体の特徴である異方性(光学的性質)を有するものである(平凡社:大百科事典)。一方、粒子の定義は、無視できるほどの大きさであっても有限の質量をもった物体であり、重力の影響を受けるとされている(丸善:物理学事典)。ここで、粒子でも、気固流動層体、液固流動体という特殊状態があり、粒子に底板から気体を流すと、粒子には気体の速度に対応して上向きの力が作用し、この力が重力とつりあう際に、流体のように容易に流動できる状態になるものを気固流動層体と呼び、同じく、流体により流動化させた状態を液固流動体と呼ぶとされている(平凡社:大百科事典)。このように気固流動層体や液固流動体は、気体や液体の流れを利用した状態である。本発明では、このような気体の力も、液体の力も借りずに、自ら流動性を示す状態の物質を、特異的に作り出せることが判明し、これを粉流体と定義した。

- [0034] すなわち、本発明における粉流体は、液晶(液体と固体の中間相)の定義と同様に、粒子と液体の両特性を兼ね備えた中間的な状態で、先に述べた粒子の特徴である重力の影響を極めて受け難く、高流動性を示す特異な状態を示す物質である。このような物質はエアロゾル状態、すなわち気体中に固体状もしくは液体状の物質が分散質として安定に浮遊する分散系で得ることができ、本発明の情報表示装置で固体状物質を分散質とするものである。

- [0035] 本発明の対象となる情報表示装置は、少なくとも一方が透明な、対向する2枚の基板間に、気体中に固体粒子が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入するものであり、このような粉流体は、低電圧の印加でクーロン力などにより容易に安定して移動させることができる。

- [0036] 粉流体とは、先に述べたように、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示

す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。この粉流体は、特にエアロゾル状態とすることができ、本発明の情報表示装置では、気体中に固体状の物質が分散質として比較的安定に浮遊する状態で用いられる。

- [0037] エアロゾル状態の範囲は、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましく、更に好ましくは2.5倍以上、特に好ましくは3倍以上である。上限は特に限定されないが、12倍以下であることが好ましい。

粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍より小さいと表示上の制御が難しくなり、また、12倍より大きいと粉流体を装置内に封入する際に舞い過ぎてしまうなどの取扱い上の不便さが生じる。なお、最大浮遊時の見かけ体積は次のようにして測定される。すなわち、粉流体が透過して見える密閉容器に粉流体を入れ、容器自体を振動あるいは落下させて、最大浮遊状態を作り、その時の見かけ体積を容器外側から測定する。具体的には、直径(内径)6cm、高さ10cmのポリプロピレン製の蓋付き容器(商品名アイボーライ:アズワン(株)製)に、未浮遊時の粉流体として1/5の体積相当の粉流体を入れ、振とう機に容器をセットし、6cmの距離を3往復/secで3時間振とうさせる。振とう停止直後の見かけ体積を最大浮遊時の見かけ体積とする。

- [0038] また、本発明の情報表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものが好ましい。

$$V_{10} / V_5 > 0.8$$

ここで、 $V_5$  は最大浮遊時から5分後の見かけ体積( $\text{cm}^3$ )、 $V_{10}$  は最大浮遊時から10分後の見かけ体積( $\text{cm}^3$ )を示す。なお、本発明の情報表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化  $V_{10} / V_5$  が0.85よりも大きいものが好ましく、0.9よりも大きいものが特に好ましい。 $V_{10} / V_5$  が0.8以下の場合は、通常のいわゆる粒子を用いた場合と同様となり、本発明のような高速応答、耐久性の効果が確保できなくなる。

- [0039] また、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径( $d(0.5)$ )は、好ましくは0.1–20  $\mu\text{m}$ 、更に好ましくは0.5–15  $\mu\text{m}$ 、特に好ましくは0.9–8  $\mu\text{m}$ である。0.1  $\mu\text{m}$ より小さいと表示上の制御が難しくなり、20  $\mu\text{m}$ より大きいと、表示はできるものの隠蔽率が下がり装置の薄型化が困難となる。なお、粉流体を構成する粒子物質の平均粒径( $d(0.5)$ )は、次の粒径分布Spanにおける $d(0.5)$ と同様である。

[0040] 粉流体を構成する粒子物質は、下記式に示される粒子径分布Spanが5未満であることが好ましく、更に好ましくは3未満である。

$$\text{粒子径分布Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

ここで、 $d(0.5)$ は粉流体を構成する粒子物質の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径を  $\mu\text{m}$ で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質の比率が10%である粒子径を  $\mu\text{m}$ で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質が90%である粒子径を  $\mu\text{m}$ で表した数値である。粉流体を構成する粒子物質の粒子径分布Spanを5以下とすることにより、サイズが揃い、均一な粉流体移動が可能となる。

[0041] なお、以上の粒子径分布および粒子径は、レーザー回折／散乱法などから求めることができる。測定対象となる粉流体にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径および粒子径分布が測定できる。粉流体を構成する粒子物質の粒子径および粒子径分布は、体積基準分布から得られる。具体的には、Mastersizer2000(Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粉流体を投入し、付属の解析ソフト(Mie理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト)にて、測定を行うことができる。

[0042] 粉流体の作製は、必要な樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎しても、モノマーから重合しても、既存の粒子を樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても良い。以下、粉流体を構成する樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

[0043] 樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

[0044] 荷電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、

ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

- [0045] しかしながら、このような材料を工夫無く混練り、コーティングなどを施しても、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することはできない。エアロゾル状態を示す粉流体の決まった製法は定かではないが、例示すると次のようになる。
- [0046] まず、粉流体を構成する粒子物質の表面に、平均粒子径が20—100nm、好ましくは20—80nmの無機微粒子を固着させることが適當である。更に、その無機微粒子がシリコーンオイルで処理されていることが適當である。ここで、無機微粒子としては、二酸化珪素(シリカ)、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、酸化鉄、酸化銅等が挙げられる。この無機微粒子を固着させる方法が重要であり、例えば、ハイブリダイザー(奈良機械製作所(株)製)やメカノフュージョン(ホソカワミクロン(株)製)などを用いて、ある限定された条件下(例えば処理時間)で、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することができる。
- [0047] ここで繰り返し表示書き換えを行う場合の耐久性を更に向上させるためには、粉流体を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。基板間に封入する粉流体を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じてを行い、測定条件は23°Cで24時間とする。粉流体を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粉流体の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率(%)} = (B/A) \times 100$$

(ただし、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25°Cで24時間浸漬した後の重量を示す)

[0048] この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粉流体を構成する粒子物質表面にブリードが発生し、粉流体との付着力に影響を及ぼし粉流体の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。なお、溶剤不溶率を測定する際の溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂では、メチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコーン樹脂ではトルエン等が好ましい。

[0049] また、粒子群または粉流体の充填量については、粒子群または粉流体の占有体積（体積占有率）が、対向する基板間の空隙部分の5ー70vol %、好ましくは5ー65vol %、更に好ましくは5ー55vol %になるように調整することが好ましい。粒子群または粉流体の体積占有率が、5vol %より小さいと鮮明な画像表示が行えなくなり、70vol %より大きいと粒子群または粉流体が移動しにくくなる。

さらに、本発明においては基板間の粒子群または粉流体を取り巻く空隙部分の気体の管理が重要であり、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、25°Cにおける相対湿度を60%RH以下、好ましくは50%RH以下、さらに好ましくは35%RH以下とすることが重要である。

この空隙部分とは、図4において、対向する基板1、基板2に挟まれる部分から、粒子群または粉流体3の占有部分、隔壁4（隔壁を設けた場合）の占有部分、情報表示板シール部分を除いた、いわゆる粒子群または粉流体が接する気体部分を指すものとする。

空隙部分の気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は問わないが、乾燥空気、乾燥窒素、乾燥アルゴン、乾燥ヘリウム、乾燥二酸化炭素、乾燥メタンなどが好適である。

この気体は、その湿度が保持されるように情報表示板に封入する必要があり、例えば、粒子の充填、情報表示板の組み立て等を所定湿度環境下にて行い、さらに、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが肝要である。

[0050] 以下、本発明の実施例および比較例を示して、本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は下記に限定されるものではない。

作製した情報表示板について、後記の基準に従い、表示板としての機能の測定および評価を行った。その結果を以下の表1;第1発明(第3発明)および表2;第2発明(第4発明)に示す。

[0051] <実施例1;第1発明(第3発明は粒子群を粉流体に置き換えたこと以外、同様)>  
情報表示板を以下のように作製した。

まず、図7に示すように、基板(例えば7cm×7cm□のガラスエポキシ基板)を用意し、その上に膜厚10μm以下の金属箔(ここでは3μmのアルミ箔)を積層した。次に、金属箔にレジストを塗布し、その後、露光、レジスト現像、金属箔エッチング、レジスト剥離を順次行うことにより、電極付き基板を完成させた。完成した基板は、マトリクス状に配置される各電極の大きさが300μm×300μmで、電極の高さ(H)が3μmで、隣接する電極間の隙間が50μmであった。

[0052] 次に、電極付き基板上にここでは高さ50μmのリブを作り、ストライプ状の隔壁を形成した。

リブの形成は次のように行った。感光性フィルムであるニチゴーモートン社製ドライフィルムフォトレジストNIT250をITOガラス上にラミネートし、露光、現像により、所望とするライン30μm、スペース320μm、ピッチ350μmの隔壁を形成した。そして、基板上の隔壁間にセルを形成した。

[0053] 次に、2種類の粒子群(粒子群A、粒子群B)を準備した。ここで、粒子群A、粒子群Bを構成する粒子の粒子径は、電極の高さHの2倍以上とするのが好ましく、ここではいずれも粒子径Dが6μmのものを用いた(D=2H=6μm)。

粒子群A(黒色粒子群)は、アクリルウレタン樹脂EAU53B(亜細亜工業(株)製)／IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX(亜細亜工業(株)製)に、カーボンM100(三菱化学(株)製)4phr、荷電制御剤ポントロンNO7(オリエンタル化学(株)製)2phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して作製した。

粒子群B(白色粒子群)は、アクリルウレタン樹脂EAU53B(亜細亜工業(株)製)／IPDI系架橋剤エクセルハードナーHX(亜細亜工業(株)製)に、酸化チタン10phr、

荷電制御剤ボントロンE89(オリエント化学(株)製)2phrを添加し、混練り後、ジェットミルにて粉碎分級して作製した。

- [0054] 次に、粒子群Aを第1の粒子群3-11として、容器内の上部のノズルから気体中に分散して、容器内の下部に置かれた基板1上のセル5内に散布することにより、粒子群Aをセル5内に充填した。続いて、粒子群Bを第2の粒子群3-12として、容器内の上部のノズルから気体中に分散して、容器の下部に置かれた基板1上のセル5内(すでに粒子群Aが充填されている)に散布することにより、粒子群Bを粒子群Aに重ねて充填した。粒子群Aと粒子群Bの混合率は同重量ずつとし、それら粒子群の基板間への充填率(体積占有率)は25vol%となるように調整した。
- [0055] その後、上記と同様にして作製した電極付き基板(基板2)を、粒子群A、粒子群Bがセル内に充填配置された電極付き基板(基板1)に重ね、基板周辺をエポキシ系接着剤で接着するともに、粒子群を封入し、情報表示板を作製した。ここで、空隙を埋める気体は、露点-40°Cの乾燥窒素ガスとした。

以上により作製された実施例1の情報表示板は、表1に示す初期コントラスト比および耐久後コントラスト比を有するものとなった。

- [0056] <実施例2; 第1発明(第3発明は粒子群を粉流体に置き換えたこと以外、同様)>  
電極付き基板の製造方法を図8に示す「転写法」に変更したことと、粒子径Dが $0.4\mu m$ のものを用いた( $D=2H=0.4\mu m$ )こと以外は、上記実施例1と同様にして情報表示板を作製した。すなわち、まず、図8に示すように、ダミー基板(例えば7cm×7cm□)を用意し、その下面に、後述するマトリクス状電極に対応する回路を形成した。次に、ダミー基板の回路が形成された面の下部に、実施例1と同一形状の基板(例えば7cm×7cm□)が形成されるように、基板材料であるガラスエポキシを積層した。その後、ダミー基板剥離を行うことにより、電極付き基板を完成させた。完成した基板は、マトリクス状に配置される各電極の大きさが $300\mu m \times 300\mu m$ で、電極の高さ(H)が $0.2\mu m$ で、隣接する電極間の隙間が $50\mu m$ であった。

以下、実施例1と同様にして、実施例2の情報表示板を作製した。作製された情報表示板は、表1に示す初期コントラスト比および耐久後コントラスト比を有するものとなつた。

## [0057] &lt;比較例1(第1発明と対比)&gt;

情報表示板を以下のように作製した。

まず、図9に示すように、銅貼り積層基板(ガラスエポキシ基板等の基板上に膜厚 $1.2 \mu\text{m}$ の銅箔を接着剤で貼り合わせたもの; 例えば $7\text{cm} \times 7\text{cm}$ □)を用意する。次に、銅箔にレジストをラミネートし、その後、露光、レジスト現像、銅箔エッチング、レジスト剥離を順次行うことにより、電極付き基板を完成させた。完成した基板は、マトリクス状に配置される各電極の大きさが $300 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ で、電極の高さ(H)が $12 \mu\text{m}$ で、隣接する電極間の隙間が $50 \mu\text{m}$ であった。

以下、実施例1と同様にして、比較例1の情報表示板を作製した。作製された情報表示板は、表1に示す初期コントラスト比および耐久後コントラスト比を有するものとなつた。

## [0058] &lt;実施例3; 第2発明(第4発明は粒子群を粉流体に置き換えたこと以外、同様)&gt;

情報表示板を以下のように作製した。

電極付き基板を実施例2と同様にして製造するが、電極付き基板のマトリクス状電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜およびレジスト膜を追加積層する変更を加えた。すなわち、図8に示す「転写法」によって基板材料であるガラスエポキシを積層した後、ガラスエポキシ(FRP)が半硬化した状態のときに、図10に示すように、電極付き基板のマトリクス状電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜である銅箔(代わりにフッ素フィルム等を用いてもよい)を接着剤によって貼り付け、さらに、防錆のためのレジスト膜を接着剤によって貼り付けた。その後、ダミー基板剥離を行うことにより、電極付き基板を完成させた。完成した基板は、マトリクス状に配置される各電極の大きさが $300 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ で、電極の高さ(H)が $0.2 \mu\text{m}$ で、隣接する電極間の隙間が $50 \mu\text{m}$ であった。

以下、実施例2と同様にして、実施例3の情報表示板を作製した。作製された情報表示板は、表2に示す初期コントラスト比および耐久後コントラスト比を有するものとなつた。表2には、金属箔膜およびレジスト膜を追加積層していない実施例2の情報表示板のデータも併記している。なお、表1と表2とでは、測定条件が異なるため、実施例2に関する初期コントラスト比および耐久コントラスト比のデータが異なるものとなつ

ている。

[0059] 以上をまとめると、表1に示すように、粒子の粒子径Dと電極の高さをHとが、 $D \geq 2H$ となる実施例1および実施例2の情報表示板は、初期コントラスト比=10に対して耐久後コントラスト比=10という所望の通りの高い耐久後コントラスト比が得られた。このように実施例1および実施例2の情報表示板において高い耐久後コントラスト比が得られた理由は、可能な限り電極を薄くして基板表面上を平滑化したことが寄与していると推定できる。一方、比較例1の情報表示板は、初期コントラスト比=10に対して耐久後コントラスト比=7となり、著しい耐久後コントラスト比の劣化が見られた。

また、表2に示すように、電極付き基板のマトリクス状電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜およびレジスト膜を追加積層した実施例3の情報表示板は、初期コントラスト比=10に対して耐久後コントラスト比=9となり、電極付き基板のマトリクス状電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜およびレジスト膜を追加積層していない実施例2の情報表示板の耐久後コントラスト比=1.5に対して著しい耐久後コントラスト比の改善効果が確認できた。このように実施例3の情報表示板の耐久後コントラスト比が著しく向上した理由は、金属箔膜およびレジスト膜を追加積層によって透湿度が0.01(g/m<sup>2</sup>/day)以下から50(g/m<sup>2</sup>/day)へと飛躍的に向上したことによるものと推定できる。

[0060] [表示機能の評価]

表示機能の評価は、白→黒および黒→白のベタ表示画像にて、白ベタ画像表示時の画像濃度(白反射率:単位%)と黒ベタ画像表示時の画像濃度(黒反射率:単位%)との比で示されるコントラスト比(白反射率/黒反射率)にて行い、初期コントラスト比および耐久後コントラスト比を対比した。その際の耐久性評価の指標は、表1の場合、耐久試験前に測定したコントラスト比を初期コントラスト比とし、電極間に100Vを印加して10万回反転による耐久試験を行った後に測定したコントラスト比を耐久後コントラスト比とし、表2の場合、耐久試験前に測定したコントラスト比を初期コントラスト比とし、作製した情報表示板を60°C、90%RH湿熱オーブン中に1000時間放置した後、電極間に100Vを印加した後に測定したコントラスト比を耐久後コントラスト比とした。

上記において、反射率の測定には、ポータブル反射濃度計 RD19(グレタマクベス社製)を用いた。

[0061] [表1]

	実施例1	実施例2	比較例1
製法	蒸着法により $10 \mu\text{m}$ 以下 の薄層を形成	転写法により電極の 高さを $1 \mu\text{m}$ 以下に形成	従来の銅貼り積層板から エッチングにより形成
電極材料	アルミニウム	ニッケル	銅
電極の高さ	$3 \mu\text{m}$	$0.2 \mu\text{m}$	$1.2 \mu\text{m}$
初期コントラスト比	1.0	1.0	1.0
耐久後コントラスト比	1.0	1.0	7

\* 耐久試験条件及び評価指標：100V印加し、10万回反転試験後の白と黒の反射率の比をコントラスト比として測定。

[0062] [表2]

	実施例 3	実施例 2
製法	9 $\mu$ m 銅箔積層	積層なし
基本構成	電極／ガラスエポキシ基板（FR 4）／銅箔（9 $\mu$ m）	電極／ガラスエポキシ基板（FR 4）
透湿度*	50g/m <sup>2</sup> /day	0.01g/m <sup>2</sup> /day 以下
初期コントラスト比	10	10
耐久後コントラスト比	9	1.5

\* 耐久試験条件及び評価指標：パネル作製後、60°C 90% RH 溫熱オーブン中に 1000h 放置。

100V 印加時の白と黒の反射率の比をコントラストとした。

### 産業上の利用可能性

- [0063] 本発明の情報表示板は繰り返し使用しても画像コントラストが低下せず、この情報表示板を搭載した情報表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話、ハンディター

ミナル等のモバイル機器の表示部、電子ブック、電子新聞等の電子ペーパー、看板、ポスター、黒板等の掲示板、電卓、家電製品、自動車用品等の表示部、ポイントカード、ICカード等のカード表示部、電子広告、電子POP、電子値札、電子棚札、電子楽譜、RF-ID機器の表示部などに好適に用いられる。

## 請求の範囲

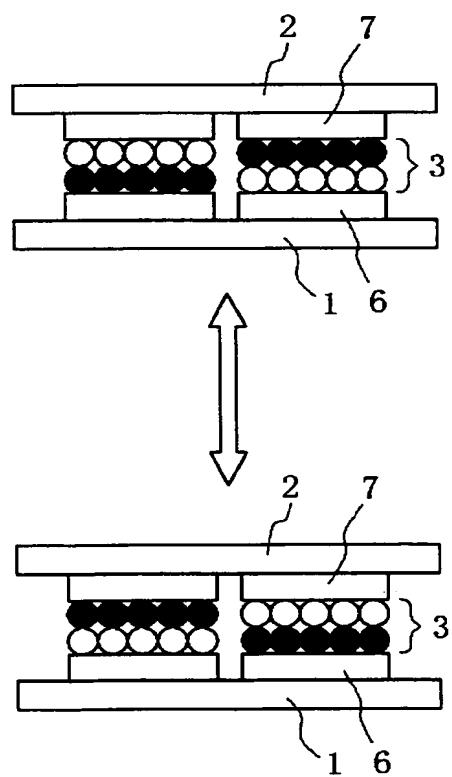
- [1] 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、少なくとも1種類以上の粒子群を封入し、前記基板に設けた電極を用いて前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具備する情報表示装置であって、  
前記粒子の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにしたことを特徴とする情報表示装置。
- [2] 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、少なくとも1種類以上の粒子群を封入し、前記基板に設けた電極を用いて前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具備する情報表示装置であって、  
前記粒子の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにするともに、  
前記基板の前記電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜を積層したことを特徴とする情報表示装置。
- [3] 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す少なくとも1種以上の粉流体を封入し、前記基板に設けた電極を用いて粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具える情報表示装置であって、  
前記粉流体を構成する粒子物質の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき、 $D \geq 2H$ となるようにしたことを特徴とする情報表示装置。
- [4] 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間の、隔壁によって設けられた複数のセル内に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す少なくとも1種以上の粉流体を封入し、前記基板に設けた電極を用いて粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像等の情報を表示する情報表示板を具える情報表示装置であって、  
前記粉流体を構成する粒子物質の粒子径をDとし、前記電極の高さをHとしたとき

、 $D \geq 2H$ となるようにするともに、

前記基板の前記電極を設けた面とは反対側の面に金属箔膜を積層したことを特徴とする情報表示装置。

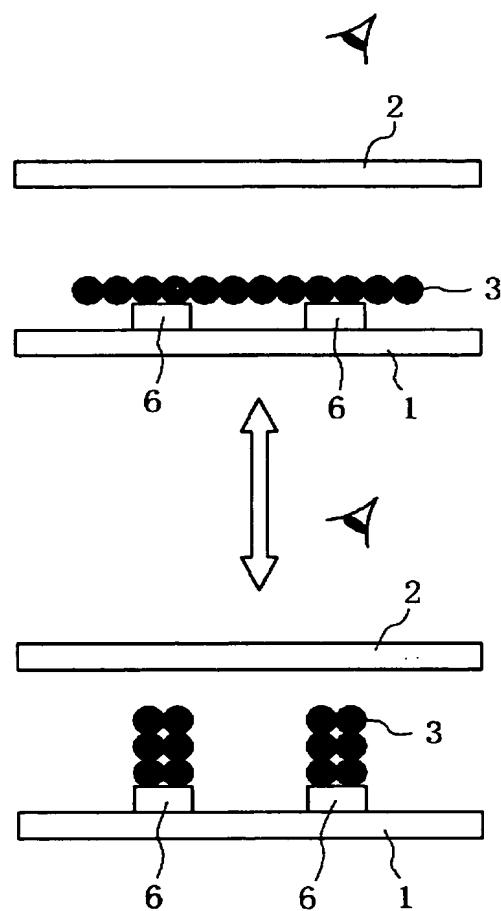
[図1]

FIG. 1



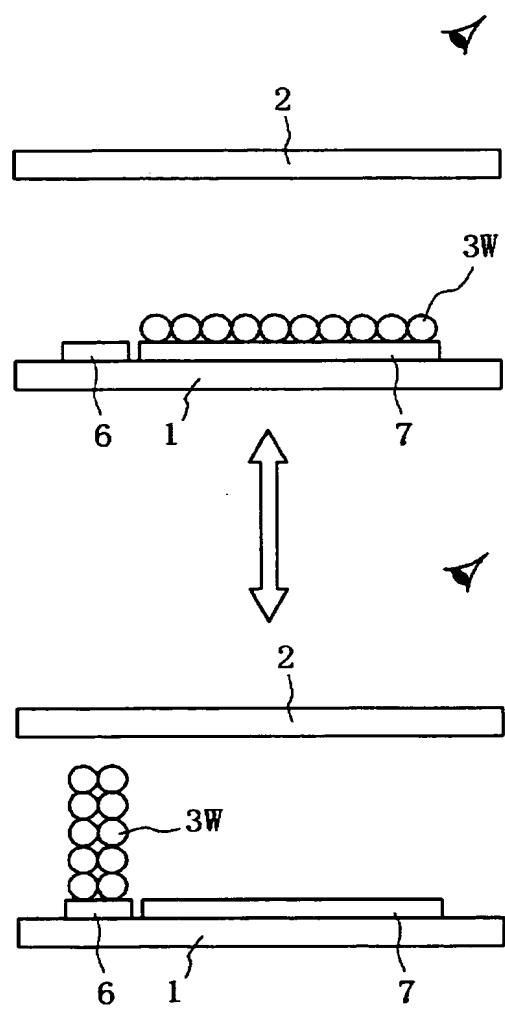
[図2]

FIG. 2



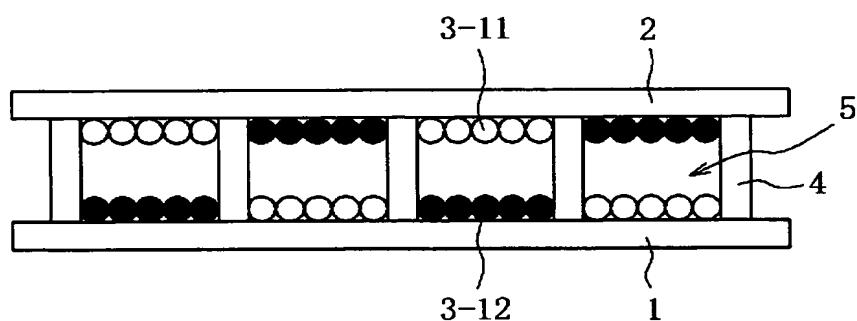
[図3]

FIG. 3



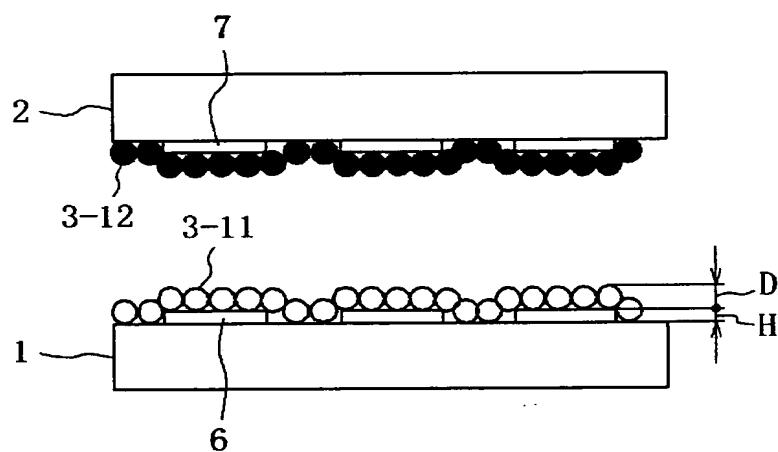
[図4]

FIG. 4

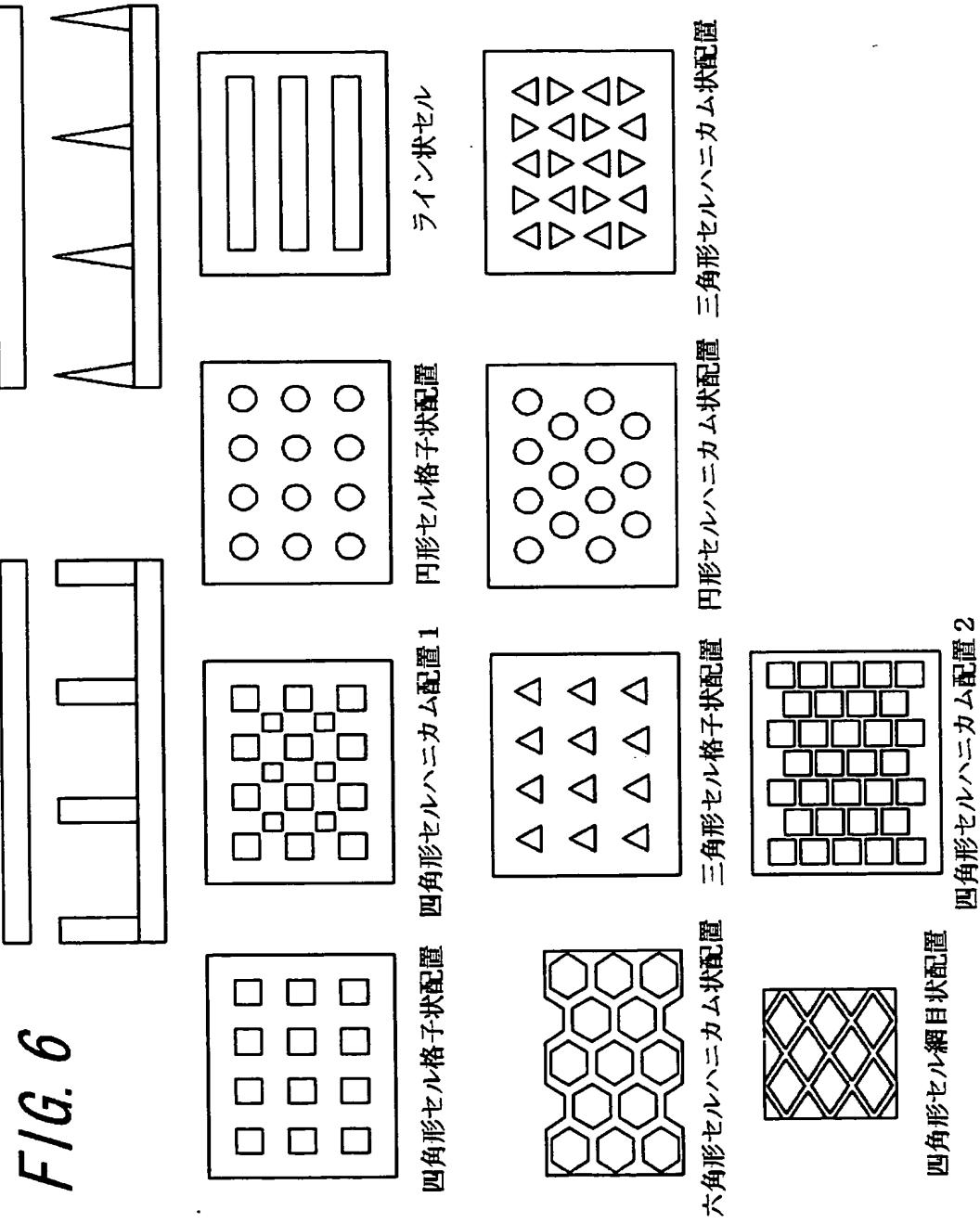


[図5]

FIG. 5

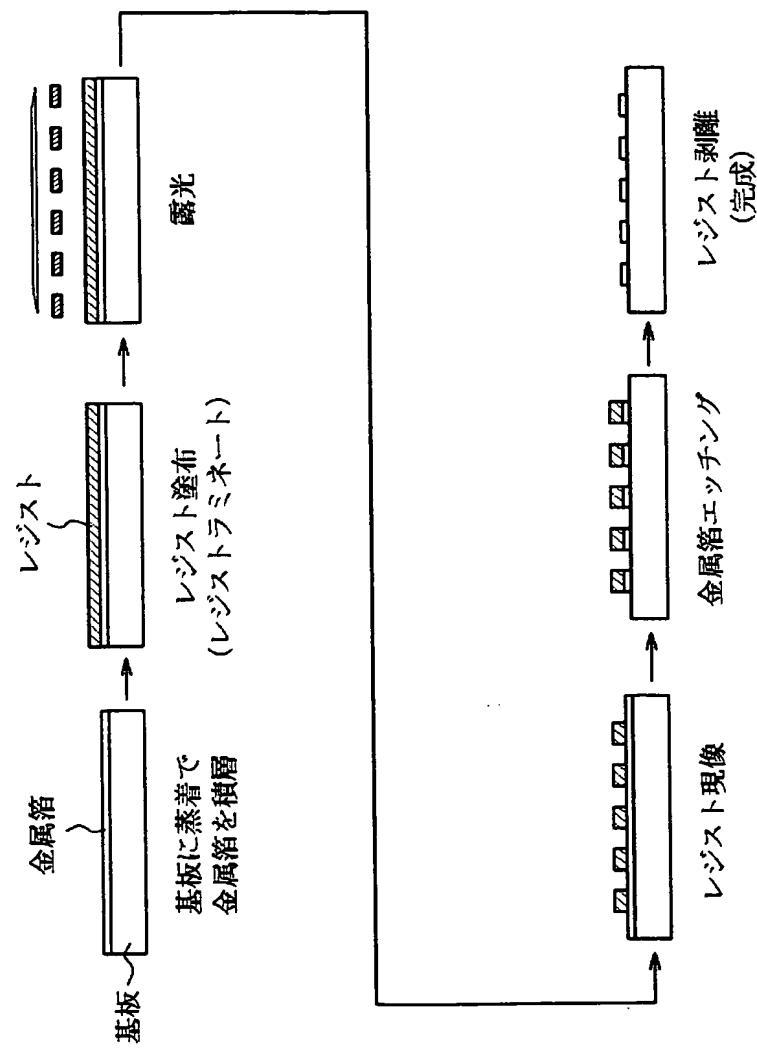


[図6]



[図7]

FIG. 7



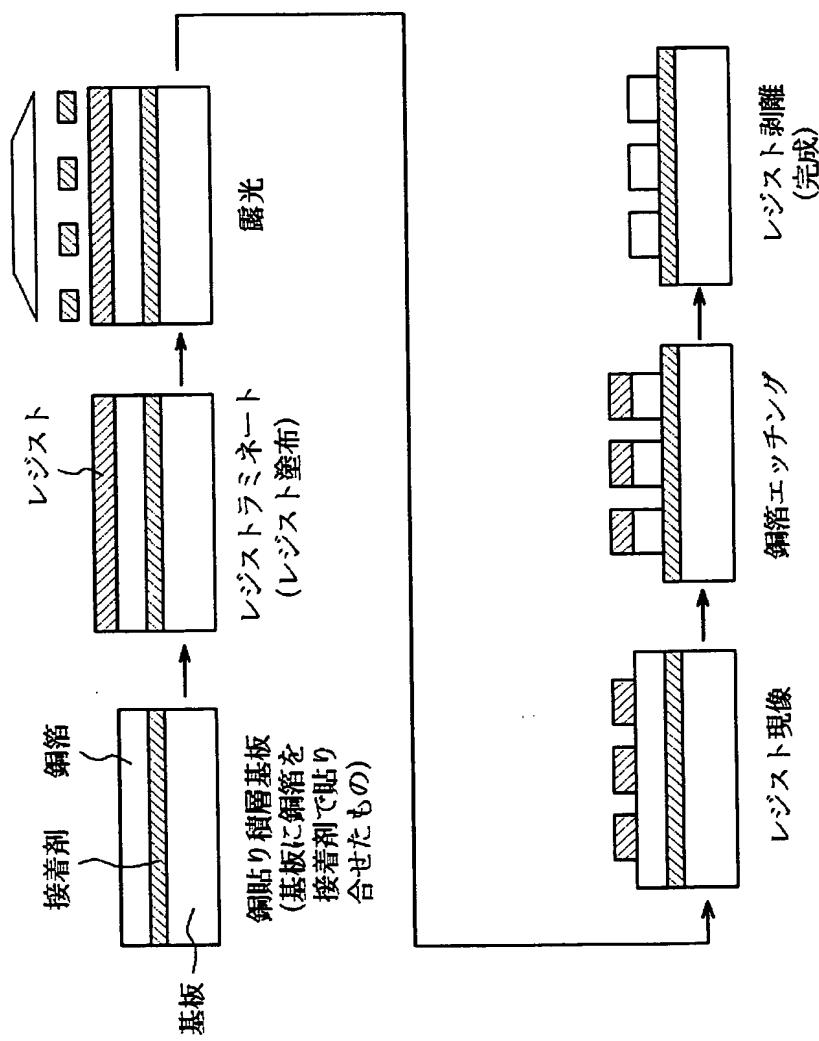
[図8]

FIG. 8



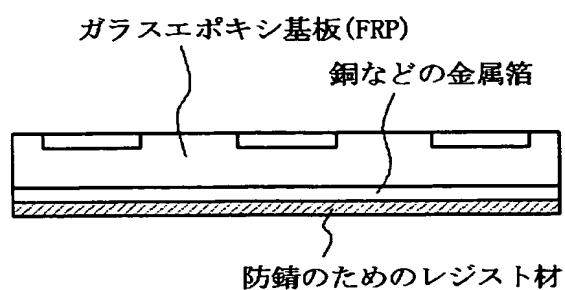
[図9]

FIG. 9



[図10]

FIG. 10



[図11]

FIG. 11

